



⑬ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Patentschrift**  
⑩ **DE 197 42 943 C 1**

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**F 02 M 51/06**

②① Aktenzeichen: 197 42 943.2-13  
②② Anmeldetag: 29. 9. 97  
④③ Offenlegungstag: –  
④⑤ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 22. 4. 99

**DE 197 42 943 C 1**

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:  
Siemens AG, 80333 München, DE

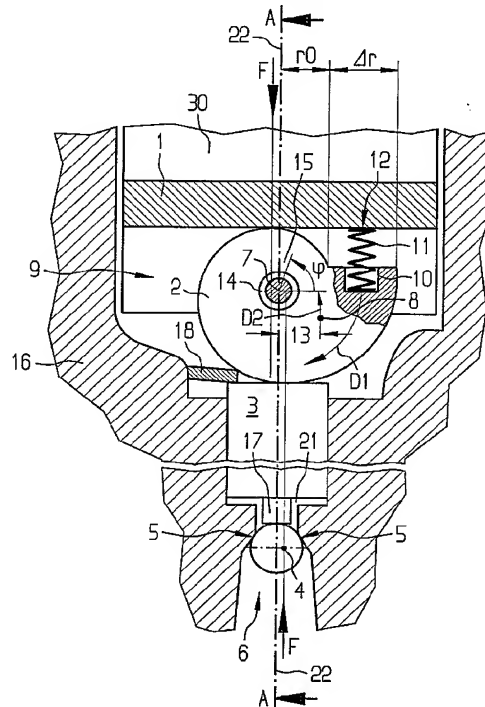
⑦② Erfinder:  
Lixl, Heinz, 93055 Regensburg, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE 1 95 19 191 C2  
EP 04 31 272 A2

⑤④ Vorrichtung in einem Einspritzventil zum Halten einer formschlüssigen Verbindung

⑤⑦ Es wird ein automatischer Spielausgleich beschrieben, bei dem zwischen einem Aktorkolben (1) und einem Stellglied (3) ein scheibenförmiges Verbindungselement (2) vorgesehen ist, das senkrecht zur Ausrichtung des Aktorkolbens (1) und des Stellgliedes (3) drehbar um eine Achse vorgesehen ist. Das Verbindungselement (2) ist über ein Federelement (11) gegen den Aktorkolben (1) gespannt. Das Verbindungselement (2) weist in Abhängigkeit von der Winkelstellung einen unterschiedlichen Durchmesser auf. Das Federelement (11) beaufschlagt das Verbindungselement (2) mit einem Drehmoment in der Drehrichtung, in der der Durchmesser des Verbindungselementes zunimmt.



**DE 197 42 943 C 1**

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung in einem Einspritzventil zum Halten einer formschlüssigen Verbindung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Formschlüssige Verbindungen werden beispielsweise zwischen einem Aktorkolben und einem Stellglied verwendet, um den Aktorkolben zuverlässig mit dem Stellglied formschlüssig zu verbinden, obwohl sich der Abstand zwischen dem Aktorkolben und dem Stellglied verändert. Die Vorrichtung kann beispielsweise bei einem Einspritzventil Anwendung finden.

Aus DE 195 19 191 C2 ist ein Einspritzventil bekannt, das einen Aktorkolben (Primärkolben) aufweist, der von einer Tellerfeder gegen den Aktor gedrückt wird und über eine Spiralfeder und einen Sekundärkolben auf einen Stößel drückt, gedrückt. Durch die Federkraft der Tellerfeder und der Spiralfeder wird eine spielfreie Wirkverbindung zwischen dem Aktor und dem Stößel erzielt.

Aus EP 0 431 272 A2 ist ein Einspritzventil bekannt, das ein Stellglied zur Ansteuerung einer Düsenadel aufweist, wobei die Düsenadel an einen ringförmig umlaufenden Bund der Düsenadel von einem Tellefederpaar gegen das Stellglied gedrückt wird, um so das Spiel zwischen Düsenadel und Stellglied zu reduzieren.

Die Aufgabe der Erfindung beruht darin, einen automatischen Spielausgleich bereit zu stellen, der einfach und kostengünstig ist.

Die Aufgabe der Erfindung wird durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst. Ein wesentlicher Vorteil der Erfindung beruht darin, daß ein Verbindungselement vorgesehen ist, das in Abhängigkeit von der Winkelstellung einen unterschiedlichen Durchmesser aufweist und zudem Mittel vorgesehen sind, die das Verbindungselement in der Drehrichtung, in der der Durchmesser zunimmt, mit einem Drehmoment beaufschlagen.

Weitere vorteilhafte Ausbildungen und Verbesserungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Die Erfindung wird im folgenden anhand der Figuren näher erläutert: Es zeigen

**Fig. 1** einen Teil eines Einspritzventils mit einem Verbindungselement,

**Fig. 2** die Anordnung nach **Fig. 1** im Querschnitt, und

**Fig. 3** den Durchmesser des Verbindungselementes in Abhängigkeit von der Winkelstellung des Verbindungselementes.

**Fig. 1** zeigt am Beispiel eines Einspritzventils die Vorrichtung zum Halten einer formschlüssigen Verbindung. Von dem Einspritzventil sind nur die Teile dargestellt, die für das Verständnis der Erfindung von Bedeutung sind. Es ist ein Aktorkolben **1** vorgesehen, der über ein Verbindungselement **2** formschlüssig mit einem Stellglied **3** in Verbindung steht. Der Aktorkolben **1** und das Stellglied **3** sind in einer Bewegungsachse vom Gehäuse **16** des Einspritzventiles geführt. Das Ende des Stellgliedes **3** geht in einen Dorn **17** über, der an einem kugelförmigen Schließglied **4** anliegt. Das Schließglied **4** ist einem Ventilsitz **5** zugeordnet. Das Schließglied **4** schließt eine Druckkammer **6** gegen ein Abfließen von Kraftstoff ab, die im Gehäuse **16** ausgebildet ist. Die Druckkammer **6** wird über einen Zulauf mit Kraftstoff unter einem hohen Druck versorgt und der Kraftstoffdruck beaufschlagt z. B. einen Steuerkolben, der mit einer Ventinadel verbunden ist, die Einspritzdüsen abhängig vom Druck in der Druckkammer öffnet oder schließt. Das Schließglied **4** und der Ventilsitz **5** stellen ein Servoventil dar, mit dem der Druck in der Druckkammer **6** einstellbar ist. Der Aktorkolben **1** ist mit einem ansteuerbaren piezo-

elektrischen Aktor **30** verbunden, der mit dem Gehäuse **16** verbunden ist. Bei einer entsprechenden Steuerung des Aktors **30** wird der Aktorkolben **1** nach oben oder nach unten bewegt.

Das Verbindungselement **2** weist im wesentlichen die Form einer Scheibe auf, die senkrecht zur Bewegungsrichtung des Aktorkolbens **1** angeordnet ist. Das Verbindungselement weist eine mittige Bohrung **15** auf, durch die eine Lagerachse **14** geführt ist. Die Lagerachse **14** ist mit beiden Enden am Aktorkolben **1** gelagert. Das Verbindungselement **2** ist mindestens teilweise in eine schlitzförmige Ausnehmung **9** des Aktorkolbens **1** eingebracht. Das Verbindungselement **2** weist einen Anschlagbereich **10** auf, der am Außenrand der Scheibenform angeordnet ist. Der Anschlagbereich **10** weist eine Aufnahmebohrung auf, in die ein Federelement **11** eingelegt ist, das zwischen dem Aktorkolben **1** und dem Anschlagbereich **10** eingespannt ist. Dabei liegt das Federelement **11** an einem Abstützbereich **12** des Aktorkolbens **1** an. Der Schwerpunkt **8** des Verbindungselementes **2** befindet sich außerhalb der Drehachse **7** zwischen der Drehachse **7** und dem Anschlagbereich **10**. Dabei weist der Schwerpunkt **8** einen ersten Abstand **13** zur Drehachse **7** auf, wobei der erste Abstand **13** in senkrechter Richtung zur Drehachse **7** angegeben ist. In einer einfachen Ausführungsform ist der Schwerpunkt **8** in der Drehachse **7** angeordnet.

**Fig. 1** zeigt das Verbindungselement **2** in einer Seitenansicht, das im wesentlichen als Drehscheibe mit spiralförmigen Durchmesser ausgebildet ist. Der zwischen dem Aktorkolben **1** und dem Stellglied **3** wirkende Durchmesser des Verbindungselementes **2** nimmt bei einer Linksdrehung des Verbindungselementes **2** ab und bei einer Rechtsdrehung zu. Der effektiv wirksame Radius  $r$  des Verbindungselementes zwischen dem Aktorkolben **1** und dem Stellglied **3** ist durch folgende Formel festgelegt:

$$r(\varphi) = r_0 + (\varphi/2\pi) \cdot \Delta r,$$

wobei mit  $\varphi$  der Drehwinkel, mit  $r_0$  ein Anfangsradius und mit  $\Delta r$  eine Konstante bezeichnet ist.

**Fig. 2** zeigt die Anordnung nach **Fig. 1** im Querschnitt A-A. Dabei ist deutlich die Lagerung des Verbindungselementes **2** mit der Lagerachse **14** zu sehen. Das Verbindungselement **2** ist senkrecht zur Bewegungsrichtung des Aktorkolbens **1** in der Ausnehmung **9** angeordnet. Die Ausnehmung **9** führt in seitlicher Richtung das Verbindungselement **2**, so daß das Verbindungselement **2** im wesentlichen nur um die Drehachse **7** drehbar ist. Die Bewegung des Stellgliedes **3** in Richtung auf den Aktorkolben **1** ist durch einen Anschlag **18** begrenzt, der am Gehäuse **16** ausgebildet ist.

Die mittige Bohrung **15** des Verbindungselementes **2** weist einen größeren Durchmesser auf als die zylinderförmige Lagerachse **14**. Dadurch wird gewährleistet, daß ausreichend Spiel zur Drehung des Verbindungselementes **2** vorhanden ist, wenn der Aktorkolben **1** nicht in Richtung auf das Stellglied **3** gedrückt ist. Zudem wird dadurch gewährleistet, daß unter Druckbelastung der Aktorkolben **1** mit einer Auflagefläche **19** auf dem Verbindungselement **2** aufliegt und das Verbindungselement auf einer zweiten Auflagefläche **20** des Stellgliedes **3** aufliegt. Auf diese Weise wird eine direkte und formschlüssige Verbindung zwischen dem Aktorkolben **1** und dem Stellglied **3** bei einer Bewegung in Richtung auf den Ventilsitz **5** erreicht.

Die Funktionsweise der Anordnung nach **Fig. 1** und **Fig. 2** ist wie folgt: Wird der Aktor **30** bestromt, so dehnt sich der Aktor **30** aus und der Aktorkolben **1** wird nach unten in Richtung auf das Stellglied **3** gedrückt. Dabei wird eine direkte und formschlüssige Verbindung zwischen dem Aktorkolben **1** und dem Stellglied **3** über das Verbindungselement

2 hergestellt. Das Stellglied 3 drückt dabei gegen das Schließglied 4, das von dem Kraftstoff in der Druckkammer 6 in Richtung auf das Stellglied 3 mit Druck beaufschlagt ist. Wird nun der Aktor 1 nach unten bewegt, so stößt der Dorn 17 des Stellgliedes 3 das Schließglied 4 vom Ventilsitz 5 ab und die Druckkammer 6 wird mit einem Abflußbereich 21 verbunden, der den Dorn 17 umgibt.

Wird nun anschließend die Bestromung des Aktors 30 abgeschaltet, so zieht sich der Aktor 30 zusammen und der Aktorkolben 1 wird zurück nach oben bewegt. Der in der Druckkammer 6 unter Druck stehende Kraftstoff drückt das Schließglied 4 in Richtung auf den Ventilsitz 5 und damit das Stellglied 3 nach oben in Richtung auf den Aktorkolben 1, wobei die Bewegung des Stellgliedes 3 durch den Anschlag 18 nach oben begrenzt ist. Bei dieser Entlastungsbewegung wird der Aktorkolben 1 so weit nach oben bewegt, daß die formschlüssige Verbindung zum Stellglied 3 verloren geht und das Verbindungselement 2 nun frei drehbar um die Drehachse 7 ist. In dieser Position erzeugt das Federelement 11 ein erstes Drehmoment D1, das den Anschlagbereich 10 nach unten drückt, so daß das Verbindungselement 2 eine Rechtsdrehung um die Drehachse 7 durchführt. Dabei wird der effektive Durchmesser des Verbindungselementes 2 in der Symmetrieachse 22, die senkrecht und mittig zwischen dem Aktorkolben 1 und dem Stellglied 3 angeordnet ist, vergrößert.

Wird nun der Aktorkolben 1 bei der Bewegung nach oben in der Ausgangsposition abgebremst, dann wirkt bei einem exzentrischen Schwerpunkt 8 eine Trägheitskraft auf den Schwerpunkt 8 des Verbindungselementes 2, die am Schwerpunkt 8 ein zweites Drehmoment D2 erzeugt, das in Richtung auf eine Linksdrehung gerichtet ist. Das Verbindungselement 2 und der Schwerpunkt 8 sind so gewählt, daß das zweite Drehmoment größer als das erste Drehmoment ist, so daß das Verbindungselement 2 in eine Linksdrehung versetzt wird, so daß der effektive Durchmesser des Verbindungselementes 2 auf der Symmetrieachse 22 zwischen dem Aktorkolben 1 und dem Stellglied 3 verkleinert wird. Dabei ist das Verbindungselement 2 entlastet und wird um die Drehachse 7 gedreht. Der Aktorkolben 1 und das Stellglied 3 befinden sich jetzt in ihren Ausgangspositionen und sind nicht formschlüssig miteinander verbunden. Nach dem Abklingen des zweiten Drehmoments dreht nun das Federelement 11 das Verbindungselement 2 so lange in einer Rechtsdrehung um die Drehachse 7, bis der Aktorkolben 1 mit dem Stellglied 3 wieder formschlüssig über das Verbindungselement 2 verbunden ist. Auf diese Weise wird sichergestellt, daß das Verbindungselement 2 bei jeder Bewegung des Aktorkolbens 1 in die Ausgangsposition auf den aktuellen Abstand zwischen dem Aktorkolben 1 und dem Stellglied 3 automatisch eingestellt wird.

Fig. 3 zeigt über den Drehwinkel  $\phi$  aufgetragen den effektiven Durchmesser des Verbindungselementes 2, der auf der Symmetrieachse 22 vorliegt. Wird nun der Aktorkolben 1 nach oben bewegt und in der Ausgangsposition abgebremst, so wird aufgrund der Trägheitskraft, die am Schwerpunkt 8 angreift, das Verbindungselement 2 in eine Linksdrehung versetzt. Dabei wird der effektive Durchmesser des Verbindungselementes 2, der zwischen dem Aktorkolben 1 und dem Stellglied 3 wirkt, verkleinert. Dies entspricht in der Fig. 3 dem Übergang von der Position P1 zur Position P2. Nach dem Abbremsen wirkt die Federkraft des Federelementes 11, so daß das Verbindungselement 2 in eine Rechtsdrehung versetzt wird, bis wieder eine formschlüssige Verbindung zwischen dem Aktorkolben 1 und dem Stellglied 3 durch das Verbindungselement 2 vorliegt. Dies entspricht in der Fig. 3 dem Übergang von der Position P2 in die Position P3. Durch Alterung oder Abnutzung kann sich

der Abstand zwischen dem Aktorkolben 1 und dem Stellglied 3 verändern, so daß die Position P1 nicht der Position P3 entsprechen muß. Die erfindungsgemäße Vorrichtung ermöglicht einen mechanischen und automatischen Spielausgleich zwischen dem Aktorkolben 1 und dem Stellglied 3.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung in einem Einspritzventil zum Halten einer formschlüssigen Verbindung zwischen einem Aktorkolben (1) und einem Stellglied (3), wobei zwischen dem Aktorkolben (1) und dem Stellglied (3) ein Verbindungselement (2) vorgesehen ist, das mindestens in einer Bewegungsrichtung des Aktorkolbens (1) eine formschlüssige Verbindung zwischen dem Aktorkolben (1) und dem Stellglied (3) hält, **dadurch gekennzeichnet,**

- daß das Verbindungselement (2) um eine Drehachse (7) drehbar gelagert ist,
- daß das Verbindungselement (2) derart geformt ist, daß der Durchmesser des Verbindungselementes (2) bei einer Drehung um die Drehachse (7) in einer Drehrichtung mit zunehmendem Drehwinkel auf der Verbindungsachse (22) zwischen dem Aktorkolben (1) und dem Stellglied (3) zunimmt,
- daß mechanische Mittel (11) vorgesehen sind, die das Verbindungselement in der Drehrichtung mit dem zunehmenden Durchmesser mit einem ersten Drehmoment (D1) beaufschlagen.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel (8) vorgesehen sind, die bei einer Bewegung des Aktorkolbens (1) in eine Ausgangsposition das Verbindungselement (2) in der Drehrichtung mit abnehmenden Durchmesser mit einem zweiten Drehmoment (D2) beaufschlagen.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Verbindungselement (2) als Drehscheibe ausgebildet ist, daß die Drehscheibe im wesentlichen senkrecht zwischen dem Aktorkolben (1) und dem Stellglied (3) angeordnet ist, daß die Drehscheibe (1) um die Drehachse (7) drehbar am Aktorkolben gelagert ist, die im wesentlichen senkrecht zur Bewegungsrichtung des Aktorkolbens (1) angeordnet ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als mechanisches Mittel ein Federelement (11) vorgesehen ist, und daß das Federelement (11) zwischen dem Aktorkolben (1) und dem Verbindungselement (2) eingespannt ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Schwerpunkt (8) des Verbindungselementes (2) zwischen der Drehachse (7) des Verbindungselementes (2) und dem Angriffspunkt (10) des ersten Drehmomentes (D1) angeordnet ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Masse des Verbindungselementes (2) und der Abstand des Schwerpunktes (8) von der Drehachse (7) derart festgelegt sind, daß das zweite Drehmoment (D2), das auf das Verbindungselement (2) beim Verzögern des Aktorkolbens (1) in der Ausgangsposition einwirkt, größer ist als das erste Drehmoment (D1).

7. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Aktorkolben (1) in einem Einspritzventil angeordnet ist, und daß der Aktorkolben (1) mit einem steuerbaren piezoelektrischen Aktor (30) verbunden ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Stellglied (3) einem Schließglied (4)

eines Servoventils zugeordnet ist, das einen Verbindungsquerschnitt zwischen einer Druckkammer (6) und einem Abfluß (21) steuert.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

FIG 1

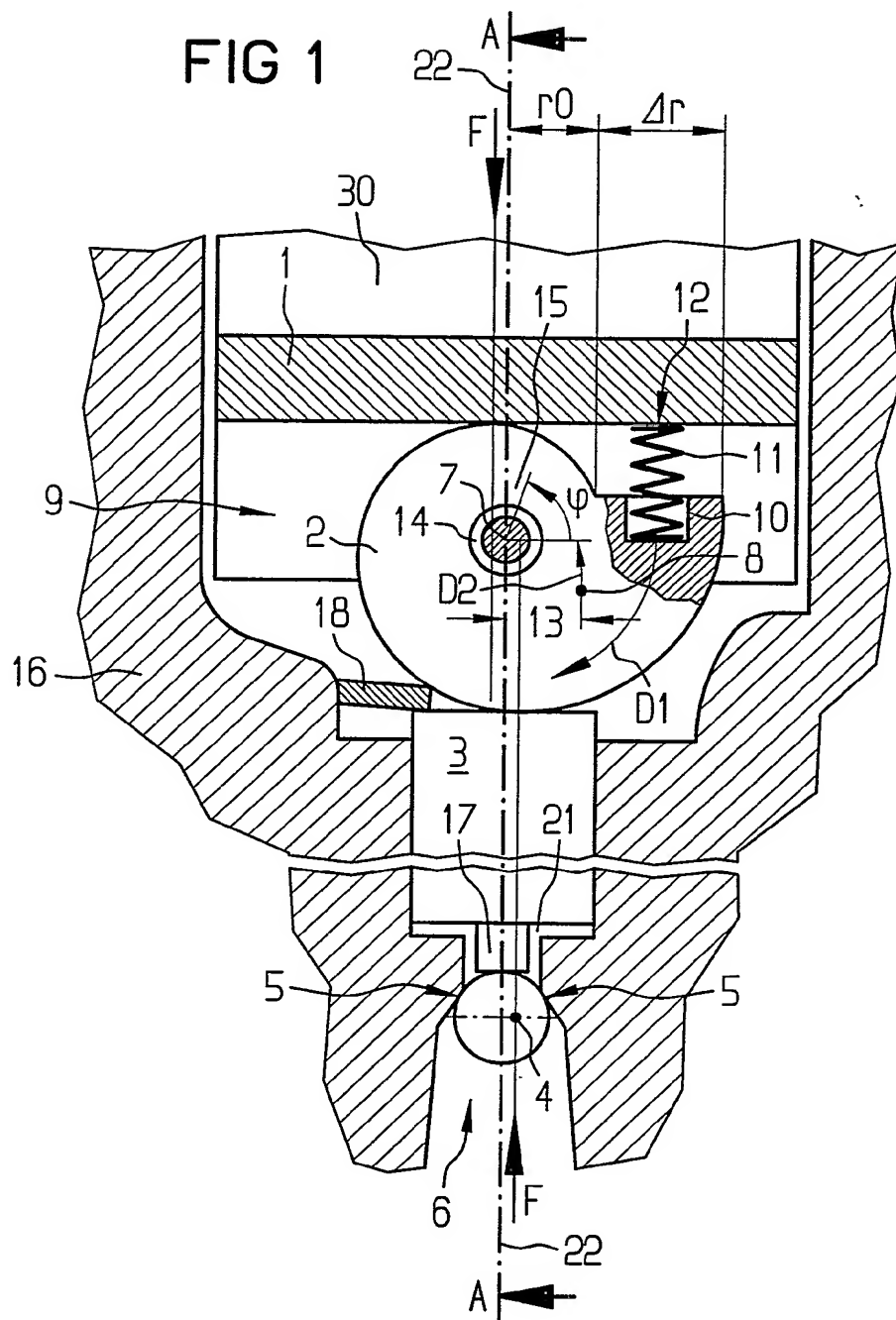


FIG 2

A-A

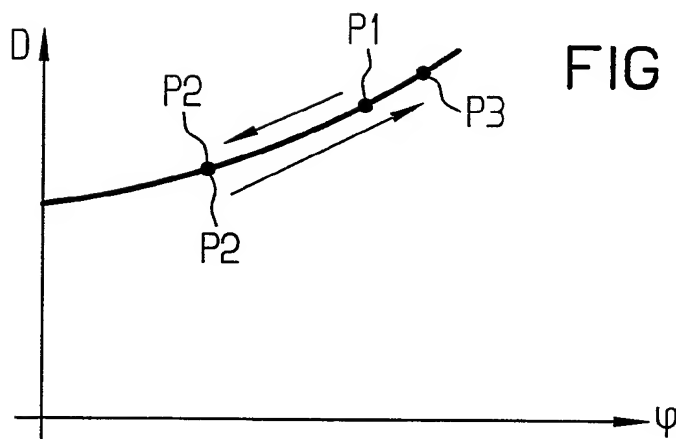
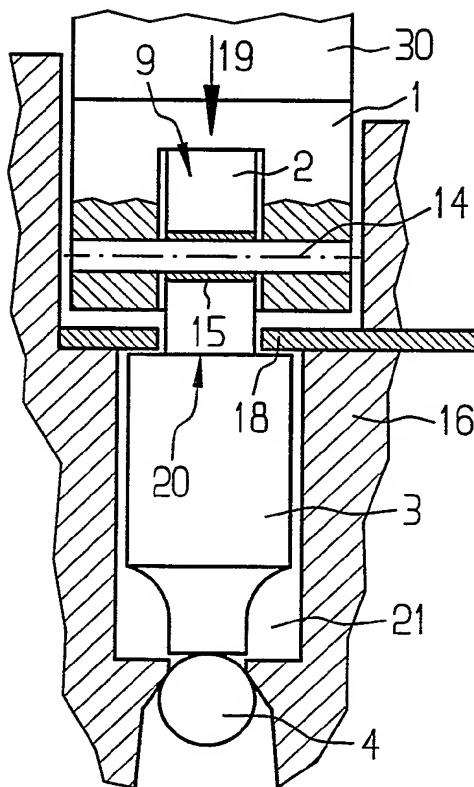


FIG 3